Artículos de Revisión

El aprovechamiento del nitrógeno por la planta con tecnología N-HIB®

The utilization of nitrogen plant with technology N-HIB®

Notas de autor

omar-barrera@hotmail.com

Omar Francisco Barrera Cobos
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. , Colombia
omar-barrera@hotmail.com

Mauricio Sáenz Vélez
Centro empresarial de Tibitoc Bodega 19 Tocancipa–Colombia, Colombia
msaenz@stoller.com

Resumen: El Nitrógeno, un nutriente esencial para el crecimiento vegetal,es el elemento más frecuentemente limitante en los suelos agrícolas. El nitrógeno se requiere en cantidades más altasque cualquier otro elemento (además del carbono, hidrógeno y oxígeno), ya que es un elemento importante de muchos componentes bioquímicos incluyendo proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos. La tecnología N-HIB®, inhibe en gran parte la nitrificación y buscan reducir las pérdidas del fertilizante nitrogenado aplicado al suelo; N-Amínico+Ca+B+N-HiB® como fuente de Nitrógeno, y de otros elementos como Calcio y Boro, ha demostrado gran

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Revista Ingenio
vol. 12, núm. 1, p. 70 - 84, 2016
Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia
ISSN: 2011-642X
ISSN-E: 2389-864X
Periodicidad: Anual
revistaingenio@ufpso.edu.co

Recepción: 26 Agosto 2016
Aprobación: 07 Diciembre 2016

URL: https://portal.amelica.org/ameli/journal/814/8145085008/

eficiencia para mantener por más tiempo, la estabilidad del Nitrógeno aplicado y permitir que la planta absorba más y mejor, este nutriente fundamental. Lo aquí expuesto, son la respuesta de diversos ensayos y pruebas a través del tiempo en diferentes cultivos, lugares y países, que resuelve en parte las necesidades del adecuado manejo de la fertilización Nitrogenada edáfica, en la producción de cultivos, estas experiencias son el motor de la agricultura de este nuevo siglo, amigable con el medio ambiente y sostenible para el productor.

Palabras clave: Calcio, Nitrógeno Amínico, Inhibición de la Nitrificación, Fertilización. Nitrógeno.

Abstract: Nitrogen, an essential nutrient for plant growth, is the most frequently limiting element in agricultural soils. Nitrogen is needed in higher amounts than any other element (besides the carbon, hydrogen and oxygen) as an important element of many biochemical components including proteins, amino acids and nucleic acids. The N-HIB®, technology largely inhibits nitrification and seek to reduce losses of nitrogen fertilizer applied to the soil; N-Amine+Ca+B+N-HIB® as nitrogen source, and other elements such as calcium and boron, has demonstrated great efficiency to keep longer, the stability of nitrogen applied and allow the plant to absorb more and better this essential nutrient. What is stated here, are the response of various tests and trials over time in different cultures, places and countries, partly resolves needs proper management of nitrogen fertilization soil in crop production, these experiences are the engine agriculture of the new century, environmentally friendly and sustainable for the producer

Keywords: Management, Maintenance, Availability, Information and Failures.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

1. INTRODUCCIÓN

El Nitrógeno es, después de los elementos estructurales (C, H y O), el más abundante en los tejidos de las plantas superiores, lo cual significa que es de gran importancia en los programas de nutrición de una gran variedad de cultivos, el Nitrógeno requieren de la actividad biológica para ser reducido y luego fijado,ésta Fijación Biótica del Nitrógeno, y se lleva a cabo por un pequeño grupo de microorganismos, tales como algas, bacterias y algunos actinomicetos, los cuales pueden fijar el Nitrógeno viviendo libremente o en asocio con las plantas; otra es la Fijación Abiótica,que reúne procesos químicos espontáneos que formanóxidos de la combustión de compuestos orgánicos, y la producida por las descargas eléctricas de los rayos que forma óxidos de Nitrógeno; Fritz Haber en 1909, descubrió el método para fijar Nitrógeno,a través de la íntesis del amoniaco, que revoluciono la economía, y permitió obtener los fertilizantes, para la agricultura mundial. El Nitrógeno, es un elemento muy dinámico en la naturaleza y está expuesto a una serie diversa de factores que reducen su disponibilidad y eficiencia de uso por parte de las plantas, en los programas de fertilización, uno de estos factores es la nitrificación, el proceso, que reduce en mayor medida el aprovechamiento del Nitrógeno aplicado al suelo, los fertilizantes nitrogenados, comúnmente usados en agricultura, para aportar el Nitrógeno, pierden grandes cantidades de Nitrógeno en forma de gas amoniaco, que escapa a la atmosfera y posteriormente el Nitrógeno, toma la forma del anión nitrato, el cual puede ser fácilmente lavado por las lluvias, el riego y llevado por las aguas de escorrentía hacia las napas freáticas, causando contaminación posterior en los cuerpos de agua.

FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO

El Nitrógeno es abundante en la naturaleza como gas N_2,pero en esta forma no está disponible para que las plantas lo absorban y utilicen directamente, gran parte del N que utilizan las plantas es obtenido del proceso de fijación simbiótica llevado a cabo por la actividad de la bacteria Rhizobium en los nódulos de las raíces de leguminosas como alfalfa, tréboles y lotus.(Hoffman,Perdomo et al, 2001).La asimilación del nitrógeno requiere una serie compleja de reacciones bioquímicas con un alto costo energético,en la asimilación del nitrato (NO_3^-), el nitrógeno del NO_3^-es convertido en una forma de energía superior,nitrito,(NO_2^-),luego en una mayor forma de energía, amonio, (NH_4^+) y finalmente en nitrógeno amídico en la glutamina. Este proceso consume 12 equivalentes de ATPs por molécula de nitrógeno.Por otra parte, las leguminosas que presentan

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

una forma simbiótica con bacterias que transforman el nitrógeno atmosférico (N2) en amonio; proceso denominado, fijación biológica del nitrógeno junto con la subsecuente asimilación del amonio en los aminoácidos, consume 16 ATPs por nitrógeno.(Pereyra,2001) La vía de asimilación de nitrógeno implica la reducción de nitrato (NO_3^-)a nitrito (NO_2^-)a amonio (NH_4^+) con las enzimas nitrato-reductasa y nitrito-reductasa (respectivamente).El amonio (NH_4^+) puede ser entonces asimilado en aminoácidos por medio de la vía de la glutamina sintetasa-glutamato sintasa (GSGOGAT) o por medio de la enzima glutamato deshidrogenasa.La mayoría del nitrógeno nítrico (NO_2^-)es asimilado en las raíces pero cuando la planta toma altas concentraciones de nitrato, el nitrato tiende a ser transportado a los brotes directamente y puede ser asimilado posteriormente (Dechorgnat et al 2011).Las altas concentraciones de amonio (NH_4^+)pueden tener efectos negativos en el crecimiento de la planta,por la eliminación de gradientes de pH y la inhibición del transporte de electrones y tienden a asimilarse cerca del sitio de absorción. Plantas deficientes en nitrógeno tienden a exhibir clorosis en las hojas más viejas,aumentan la producción de antocianinas y eventualmente presentan clorosis en hojas nuevas también.En promedio,las concentraciones de nitrógeno alrededor de 15 mg/gr peso seco son necesarios para un adecuado crecimiento de la planta (Marschner, 2011).

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

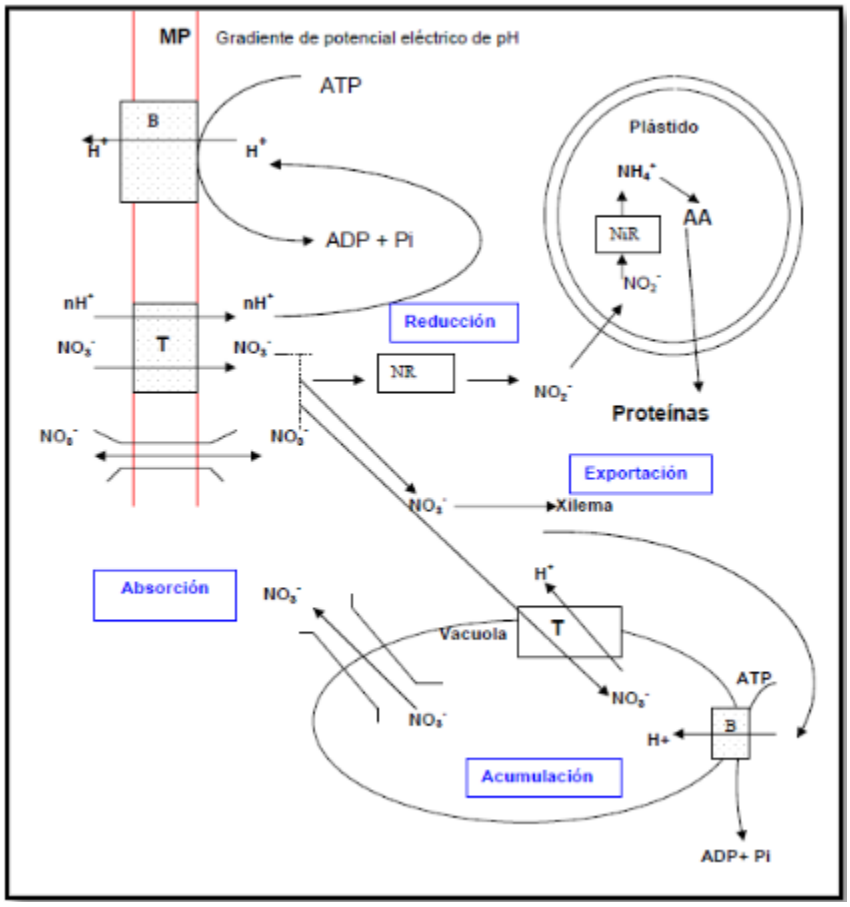

Figura 1.

Metabolismo del Nitrato en la raíz.Representación esquemática del metabolismo del nitrato en la raíz.

(Morot-Gaudry, 1997) modificado por Pereyra 2001.

El Nitrógeno en la forma amoniacal NH_4^+ no debe sobrepasar el 20% de la cantidad total de Nitrógeno en la formulación (Furlani et al., 1999) pero la forma preferencial en la absorción de Nitrógeno sea nítrica o amoniacal,difiere también con las especies vegetales,conforme lo observado (Tadanoy Tanaka 1976), el NO_3^- es particularmente sujeto de lixiviación (Gassert, 1956,1961,Malavolta, 1967 ,1980) , mientras que el NH_4^+ es cargado positivamente, lo que hace que aplicado en el suelo se absorba más lentamente debido al intercambio iónico, reduciendo la perdida por drenaje,(hamsen y Kolenbrander, 1965; Scarsbook 1965), el NH_4^+ puede ser fijado por las arcillas con predominancia de vermiculitas y montmorillonitas (Nommik, 1965).Cerca del 70% de los cationes y aniones absorbido por las plantas son representados por NH_4^+ y NO_3^- (Jungk, 1970 citado por Osaki et al,1995) esto hace que las formas de Nitrógeno

absorbidas por las raíces sea muy importante en términos de balance iónico y desarrollo de la planta, citados por (Coraspe-Leon et al, 2009).

FERTILIZANTES NITROGENADOS

La mayoría de los fertilizantes nitrogenados inorgánicos derivan del amoniaco (NH_3), obtenidos por síntesis de Nitrógeno e Hidrogeno gaseosos, o de la industria del carbón; a partir del Nitrógeno amónico NH_3 se elaboran muchos fertilizantes nitrogenados,dentro de la fuentes existen dos grandes tipos;las amoniacales y las nítricas, como puede observarse en la tabla,

FERTILIZANTE	FORMULA	N (%)
Nitrato de amonio	NH4NO3	33
Fosfato monoamónico	NH4H2 PO4	11
Fosfato diamónico	(NH4)2HPO4	21
Sulfato de amonio	(NH4)2SO4	21
Nitrato de calcio	Ca(NO3)2	16
Nitrato de sodio	Na NO3	16
Urea	CO(NH2)2	46
Nitrato de amonio cálcico	(NO3). NH4Ca	27
Nitrosulfato de amonio	NH4NO3. (NH4)2SO4	30
Cloruro de amonio	NH4Cl	26
Nitrato de potasio	KNO3	14

Figura 2

Composición de algunos fertilizantes Nitrogenados.

Nitrógeno, Cátedra de Fertilidad, Universidad de la Republica Uruguay Perdomo et al 2001

La Urea es uno de los fertilizantes nitrogenados más populares utilizados en la agricultura (FAO, 2010),debido a su estabilidad y el alto contenido de nitrógeno.La urea necesita descomponerse en dióxido de carbono yamoniaco antes de ser asimilada en la vía de nitrógeno. La enzima ureasa hidroliza la urea a un carbamato inestable que luego se descompone a amonio y dióxido de carbono (Witte et al., 2011).La enzima ureasa se encuentra en una gama de organismos incluyendo plantas, bacterias y levaduras. La descomposición de la urea y la volatilización de amonio por las bacterias del suelo pueden eliminar una cantidad significativa de nitrógeno después de la fertilización con urea (Watson et al., 1994). La Ureasa es una proteína ampliamente distribuida entre bacterias hongos y planta, Sumner en 1926 cristalizo por primera vez la enzima,

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

metaloenzima que cataliza la hidrolisis de la urea, dependiente del Níquel, la hidroliza a carbamato el cual espontáneamente se descompone a amoniaco y bicarbonato; la hidrolisis de la urea se produce 1014 veces más rápido en presencia de ureasa. (Fontanetto,H; Gambaudo; 2010)

La Urea aporta en la planta una reacción de movilización de reservas de las semillas, reacción catalizada por la arginina, y participa en de la ornitinína, precursora de poliaminas, y el metabolismo de los ureidos,que son los transportadores de Nitrógeno en algunas especies, así como también participa en el catabolismo de las bases púricas. (Barbieri,P; Echeverria, H, 2010)

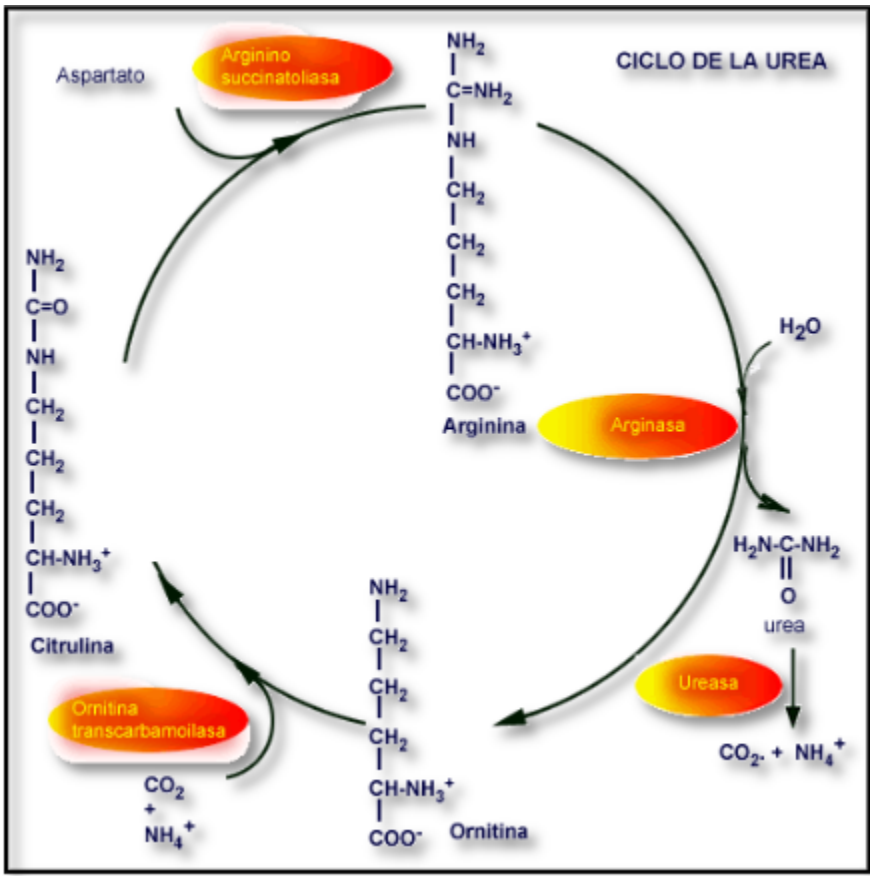

Figura 3
Ciclo de la Urea.
http://www.iqb.es/diccio/u/images/ciclo_urea.gif

INHIBIDORES DE LOS PROCESO NATURALES DEL SUELO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL NITRÓGENO

Los fertilizantes a base de nitrógeno son clave en la producción de alimentos en el mundo, durante el año 2010 se consumieron 163 millones de TM de fertilizantes en el mundo y el Nitrógeno

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

representó un 61% de todos los fertilizantes consumidos (cerca de 100 millones de TM).Pero pese a su gran importancia y utilidad, la baja eficiencia en el uso del Nitrógeno ha generado importantes daños económicos y medioambientales. Es así como hoy una de las tendenciasmás poderosas en la industria de los insumos agrícolas es buscar nuevas alternativas de fertilizantes a base de nitrógeno que aumenten la eficiencia en el uso.(Melgar R,Torres J, 2014).

El concepto de las Mejores Prácticas de Manejo (MPM) de fertilizantes no es nuevo fue introducido hace casi 10 años (Roberts, 2007).Las MPM de fertilizantes son hoy más importantes que nunca y necesitan fundamentarse en el simple concepto de sincronizar el abastecimiento de nutrientes con los requerimientos del cultivo, minimizando al mismo tiempo las pérdidas de nutrientes en el campo. Todos quienes utilizan fertilizantes para nutrir los cultivos deben aplicar el nutriente correcto en la cantidad adecuada, en el momento y ubicación necesarios para lograr abastecer la demanda del cultivo ¨fuente, dosis, época y localización correcta¨. Además las MPM de fertilizantes deben ser adaptables a todos los sistemas agrícolas, ya que no todas las condiciones son las mismas (Roberts, 2007) citado por (Snyder, 2008).Las Buenas Prácticas de Fertilización BPM, implementadas en muchos campos del mundo,utilizan varios métodos para adaptar las cantidades de fertilizantes nitrogenados y de otros nutrientes para evitar pérdidas de Nitrógeno,para mantener a salvo las aguas subterráneas, para reducir las emisiones de amonio y de otros gases a la atmósfera.Estos métodos se basan en el análisis de suelo para aplicar las cantidades precisas de nutrientes, pasan por dividir las aplicaciones de Nitrógeno en varios momentos para calzar ofertacon demanda de Nitrógeno,ajustar las aplicaciones de acuerdo a los patrones de lluvia de la región,hacer aplicaciones de cobertera, utilizar nuevos fertilizantes más eficientes,(Melgar, et al, 2014).

Las pérdidas por la inmovilización, denitrificacion, volatilización y lixiviación pueden ocurrir especialmente con el Nitrógeno; en consecuencia, la industria de fertilizantes se ha puesto como meta desarrollar un tipo especial de fertilizante para evitar o al menos reducir pérdidas, en sincronía con la producción convencional de fertilizantes que contienen Nitrógeno (Sulfato de amonio, nitrato de amonio, nitrato de calcio, urea, difosfáto de amonio (DAP), y fertilizantes que contienen N, P y K, (Joly, 1993), citado por (Paredes 2014).

FERTILIZANTES NITROGENADOS DE EFICIENCIA POTENCIADA

En el mercado existen fertilizantes de liberación lenta o controlada estos productos retrasan la disponibilidad de los nutrientes para la absorción de la planta después de la aplicación, o extienden significativamente la disponibilidad más allá de lo que hacen los

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

fertilizantes de rápida disponibilidad,como el nitrato de amonio, urea, fosfato de amonio, y cloruro de potasio. Al momento, la mayoría de estos productos de mejor eficiencia se usan solo en cultivos hortícolas (frutas, hortalizas y ornamentales) por su diferencia en costo con los fertilizantes convencionales. Su uso para la producción de cultivos extensivos es poco atractivo desde el punto de vista económico.La producción de arroz en Japón es una notable excepción. El principal incentivo para el uso de fertilizantes recubiertos con polímeros en este cultivo es el alto costo de la mano de obra en ese país.Los fertilizantes recubiertos con polímeros hacen posible que los agricultores japoneses reduzcan el número de aplicaciones de fertilizantes a una sola. Se ha desarrollado y puesto a disposición de los agricultores un amplio rango de productos recubiertos de polímeros con variadavelocidad de liberación de nutrientes para diferentes condiciones agroecológicas,variedades del arroz y sistemas de cultivo. En otros lugares se han desarrollado iniciativas para producir fertilizantes recubiertos con polímeros con menor costo; por ejemplo estos productos están ganado popularidad para la producción de maíz en los estadosunido, el precio de estos productos es poco menor que el doble de los fertilizantes convencionales; debido a que la Eficiencia de Uso del Nitrógeno(EUN) obtenida con estos productos es mayor que con los convencionales, las dosis de aplicación son menores y compensan en parte la diferencia de precio.(Luc , Heffer , 2007).

Los Fertilizantes de Eficiencia Potenciada se formulan de 3 formas diferentes:

1. Aplicar un recubrimiento físico (coating) que tenga propiedades de liberación controlada de manera que los nutrientes se vayan entregando a través del tiempo dependiendo de la temperatura y la humedad del suelo.

2. Aportar los nutrientes en una forma poco soluble de manera que se requiera una transformación química o biológica en formas más solubles. Esta no es una liberación controlada sino que puede ser llamada una liberación postergada.

3. Añadir al fertilizante un producto inhibidor que bloquee o postergue la acción de procesos biológicos o bioquímicos que transforman al fertilizante en una forma más propensa a pérdidas.

Los fertilizantes con inhibidores de la nitrificación o de ureasa se refieren como fertilizantes estabilizados. En contraste con los fertilizantes de liberación controlada, este tipo de fertilizantes se utilizan casi exclusivamente en cultivos agrícolas tradicionales.

El objetivo de los inhibidores de nitrificación es mantener el N en forma amoniacal, durante más tiempo para controlar la lixiviación del nitrato y de tal modo aumentar la eficiencia del N del fertilizante aplicado; previniendo, además, las pérdidas por denitrificacion (Gardiazabal, 2007).

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Los fertilizantes estabilizados con inhibidores son de dos clases:

* Los inhibidores de la denitrificacion, que permiten mitigar las pérdidas por lixiviación y denitrificacion de los nitratos.

* Los inhibidores de ureasa,que mitigan las pérdidas por volatilización gaseosa como amoniaco al demorar la hidrólisis de la urea (Sainz et al., 1999),citado por (Salvagiotti, Ferraciti,Manlla, 2012) .

Los inhibidores de ureasa retrasan la velocidad de conversión de la urea a amonio. Si la tasa de conversión es lenta, se reduce la volatilización del amoníaco. Aun cuando su uso es mucho más rentable y económico comparado a los fertilizantes de liberación controlada, su uso ha sido hasta ahora limitado a cultivosde raíces someras poco profundas y bajo condiciones climáticas especiales que favorecen las pérdidas por lixiviación del Nitrógeno del fertilizante. (Paredes, 2014)

FERTILIZANTE NITROGENADOS FLUIDOS O LIQUIDOS

Con la introducción de los fertilizantes líquidos en el mercado es posible disponer de fórmulas tradicionales como Nitrato de Amonio y Urea granulados,en forma líquida y además se cuenta con otros productos que provienen de la mezcla de

los dos anterioresen partes iguales, conocido como UAN (Urea Armónium Nítrate,por sus siglas en inglés) (Dominguez 1993,Achorn 1995) que dan mayor concentración de Nitrógeno (entre 28-32% de N) (Burt,1995) y a la vez permite poner a disposición de las plantas de manera conjunta las tres formas nitrogenadas (NO3-NH4+ y las formas ureicas) (Estrada,1997) citados en (Subirós y Bertsch 1998).El UAN es el producto más importante en el consumo de fertilizantes fluidos, y en particular dentro de los nitrogenados,(Melgar,et al, 2014).La investigación ha demostrado que la aplicación de Calcio soluble con urea, un tipo amoniaco de Nitrógeno, mejora la producción de los cultivos.El Calcio aumenta la absorción de amonio potasio y Fósforo, estimula la fotosíntesis y aumenta el tamaño de las partes comerciables de las plantas.La aplicación del Calcio soluble con urea también promueve un uso eficiente del Nitrógeno,lo que mejora los aspectos económicos de la producción y reduce la contaminación del medio ambiente por Nitrógeno. (Feagley, Fenn. 1999)

FERTILIZANTES DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA

El fertilizante ideal es aquel que protege los nutrientes contra procesos químicos biológicos y los mantiene disponibles para el cultivo.Este fertilizante se caracteriza porque requiere de un menor número de aplicaciones para proveer los nutrientes necesarios para un óptimo crecimiento de la planta y la recuperación porcentual del nutriente aplicado, lo que maximiza la rentabilidad del cultivo y tiene

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

un mínimo de impacto ambiental sobre el suelo, el agua y la atmosfera. (Henríquez S, Jiménez F, Rodríguez J.,2011)

TECNOLOGIA N-HiB®

Incrementa la cantidad de nitrógeno amínico (NH2) eficiente en el ahorro de energía.N-HiB® provee un mejor aprovechamiento del uso eficiente del Nitrógeno el cual mantiene el balance hormonal para el control del excesivo crecimiento vegetativo (enviciamiento) e incrementar la disponibilidad de azucares. N-HiB® también ayuda a remediar los suelos con alta salinidad y compactación, contribuyendo al mantenimiento del balance hormonal. N-Amínico+ N-HiB®, es unfertilizante líquido, con Nitrógeno en forma amínica,con elementos inhibidores de la nitrificación,proporcionando un mayor periodo de disponibilidad de Nitrógeno para los cultivos. N-Amínico+ N-HiB® suministra adicionalmente Calcio y Boro (N-Amínico+Ca+B+ N-HiB®)para lograr raíces, tallos, hojas, flores y frutos saludables reduciendo notablemente la síntesis de Etileno y superando los periodos de estrés a que son sometidas las plantas.Genera la recuperación el Balance Hormonal contrarrestando el estrés en los cultivos. (Stoller, 2010).

El transporte de Calcio depende del transporte apoplástico y simplástico de la solución del suelo, a través del xilema y en los tejidos del ápice que transpiran. El calcio no se transporta fácilmente a través del floema, así que la re-movilización del Calcio desde tejidos viejos hacia nuevos crecimientos, no es una opción y se requiere un suministro constantede Calcio a lo largo del ciclo de vida de la planta. Esta dependencia de disponibilidad inmediata de Calcio en la savia del xilema, significa que la deficiencia de Calcio se ve a menudo en el desarrollo de las hojas y los frutos carnosos o tubérculos, donde las bajas tasas de transpiración y altas tasas de crecimiento pueden dar lugar a niveles de calcio insuficientes. Cuando las concentraciones de Calcio caen por debajo de los niveles críticos,la integridad de la pared celular y de la membrana celular seven comprometidas, ya que conduce a la reducción de la expansión celular, las infecciones oportunistas y la muerte celular (Fallahi, E.; Conway,..1997).

El Calcio es un elemento necesario en las plantas para las uniones de la pared celular, la estabilidad de la membrana celular, como mensajero secundario citoplasmático y como un contra catión para equilibrar las concentraciones de compuestos aniónicos vacuolares.Las concentraciones de Calcio en los ápices de la planta van desde 0,1-5% en peso seco (Marschner,1995).Las concentraciones de Calcio pueden subir hasta más del 10% en peso seco, sin síntomas de toxicidad en algunas especies adaptadas a las condiciones del suelo altos de calcio (White P., Broadley M.,2003).Las plantas dicotiledóneas tienden a tener concentraciones más altas de Calcio en los ápices superiores en comparación con las especies

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

monocotiledóneas.A diferencia de otros macronutrientes,el calcio tiene una distribución inusual dentro de los tejidos de la planta debido a que las concentraciones citosólicas se mantienen en niveles muy bajos (0,1-0,2 mM Ca libre) (Felle, 1988; Evans et al., 1991)

La mayoría de la fracción de Calcio se encuentra en la matriz extracelular, o dentro de las organelas celulares.La vacuola, el retículo endoplasmático y los cloroplastos son los principales sitios de almacenamiento intracelular de Calcio. Los iones de calcio proporcionan interacciones químicas estables pero reversibles entre calcio y macromoléculas orgánicas cargadas negativamente.Los iones de Calcio funcionan como reticulantes de soporte para los oligosacáridos de la pared celular,como estabilizadores de la membrana celular, como catión de balance dentro de las organelas, y como segundo mensajero en el citoplasma.Como resultado de estas funciones, las concentraciones de Calcio son significativamente más altos en las regiones extracelulares y dentro de las organelas, en comparación con los niveles de calcio en el espacio citoplasmático (White P., Broadley M.,2003).

El Calcio se une a la molécula de pectina (polisacáridos) para formar un "gel" de péctato de Calcio reticulado en el espacio extracelular de la pared. Este péctato de Calcio es esencial para la resistencia de la pared celular y la adecuada reticulación de Calcio aumenta la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas (Marschner, 1995).Durante los períodos de expansión de las células, la mayoría de la pectina se modifica químicamente (por la adición de grupos metilo) para limitar la capacidad de Calcio para enlazarse y entrecruzarse en una matriz endurecida. Al final de la fase de expansión, pectina-metilesterasas son secretadas en el espacio extracelular, se eliminan los grupos metilo y se permite la reticulación de Calcio de la pectina, (Cosgrove 2005), citado por (Ascon-Bieto, Talon M. 2013)

Un segundo efecto de las altas concentraciones extracelulares de Calcio es proporcionar un balance positivo de carga mediante la vinculación a los fosfolípidos cargados negativamente,carboxilatos y proteínas presentes en la cara externa de la membrana plasmática. Los iones de Calcio proporcionan una influencia estabilizadora y permiten el transporte de nutrientes adecuado a través de canalesde proteína y transportadores. Con adecuadas concentraciones de Calcio, la planta puede limitar el efecto de las sustituciones de Sodio y proporcionar cierto grado de tolerancia a la sal (Rengel 1992).Bajo otras condiciones estresantes, por ejemplo, la sequía y las bajas temperaturas, el Calcio puede limitar los daños causados por congelación / descongelación (Marschner H, 1995).

La limitada disponibilidad de Calcio libre en el citoplasma es necesaria para que el Calcio funcione como mensajero secundario,y

limita la precipitación de fosfato inorgánico en fosfato de calcio insoluble. Al excluir el Calcio de la región citoplásmica, las señales ambientales y de desarrollo, incluyendo (pero no limitado a) la luz, cambios en los flujos de hormonas, ataque de patógenos, la estimulación mecánica, estrés salino, el estrés osmótico y anoxia pueden activar cascadas rápidas de señalización basadas en calcio (White P., Broadley M.,2003). Estos cationes de Calcio disponibles pueden entonces reversiblemente unirse y activar proteínas de enlace, modificando propiedades estructurales o enzimáticas que a su vez promueven interacciones proteína-proteína que producen cambios en la actividad enzimática, actividades de fosforilación de proteínas, la disposición del cito-esqueleto, y la expresión génica. Los iones de Calcio pueden funcionar como un contra ión para equilibrar los gradientes de protones que se forman dentro de las organelas. El papel más importante de Calcio en el proceso osmoregulador es como mensajero secundario. En células de guarda, factores como la luz y el influjo de ABA requieren cascadas de señalización con base en Ca para activar los canales de K y Cl y rápidos cambios en la presión de turgencia (White P., Broadley M.,2003).

INTERACCION NITRÓGENO Y CALCIO

El Nitrógeno ureico es una de las formas más concentradas y rentables de nitrógeno comúnmente aplicado a los suelos hoy (Mérigout P., et al., 2008).Uno de los principales problemas con esta fuente de Nitrógeno es la volatilización,que se incrementa con temperaturas más altas y condiciones más secas del suelo. Una vez aplicado al suelo, la urea es absorbida por la microflora del suelo,o por los transportadores de urea en la planta o se descompone en amoníaco y bicarbonato por medio de la enzima ureasa.Hay evidencia que sugiere que el aumento de la concentración de Calcio en el suelo (y la reducción del pH del suelo) parece limitar las tasas de volatilización del amoniaco (Harrison and Webb, 2001).El Calcio se une al bicarbonato liberado formando un precipitado insoluble.Esta unión del Calcio al carbonato ayuda a mantener el pH del suelo bajo y limita la tasa de conversión de amonio a amoníaco (NH3) (Harrison and Webb, 2001).Una vez que se forma amoníaco,se volatiliza fácilmente a la atmósfera, por lo tanto, mediante la limitación de la tasa de reducción de amonio,el nitrógeno se evapora más lentamente desde el suelo y las plantas tienen más tiempo para tomar el Nitrógeno disponible.Esta teoría se apoya en el trabajo que demuestra que la adición de CaCl2 reduce la tasa de volatilización del N (Fenn et al, 1981, Sloan y Anderson, 1995).

Los tipos de suelo juegan un papel significativo en las tasas de nitrificación.Un estudio realizado por Hauck en 1984 encontró que,en suelos ácidos,la tasa de nitrificación de la urea fue del 75% mientras que la nitrificación del cloruro de amonio fue sólo 6%

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

después de 21 días. Otro estudio encontró que las tasas de nitrificación entre diferentes fuentes de N se desaceleran cuando se aplican en suelos alcalinos (excepto en las tasas de aplicación de nitrógeno más altas) y la urea fue la única fuente de nitrógeno nitrificada en menos tiempo que el cloruro de amonio (Meelu et al., 1990). El cloruro de amonio también tomó más tiempo para nitrificarseen relación con el sulfato de amonio, lo que sugiere que el cloruro bien tiene un efecto directo sobre las tasas de nitrificación o afecta el potencial osmótico en el suelo en la medida en que las tasas de nitrificación se desaceleran.Algunos trabajos adicionales por (Aristizabal & Cerón,2012) sugieren que en suelos moderadamente ácidos, las tasas de nitrificación se reducen por el Cl y el bajo potencial osmótico de la solución del suelo.

El Calcio también puede mitigar el impacto del estrés del NaCl al limitar la absorción de Na^+, mientras que la concentración de Cloro en las raíces permanece constante o aumenta sólo ligeramente.La alta concentración externa de Calcio limita el transporte de Cl^-a las hojas, mantiene altas concentraciones de Cl^- en la parte basal del tallo y raíces y da lugar a un aumento de la fotosíntesis y la conductancia estomática (Banuls et al., 1991; Banuls y Primo-Millo, 1992).

2. RESULTADOS

Los resultados de la aplicación de N-Amínico+Ca+B+N-HiB® en diversos cultivos sugieren la mayor eficiencia de absorción y utilización del Nitrógeno por parte de la planta, como lo demuestran los siguientes resultados de experimentos alrededor del mundo,y que luego fueron aplicados en los campos colombianos.

Tabla 1

Rendimiento de Maíz vs Fuente de Nitrógeno (Una sola Aplicación)

Kg/ Ha	Fuente	Rendimiento Kg/Ha	Incremento	% Incremento
0	Control	3520	n.a.	n.a.
112	Urea	5340	1940	84
112	Nitrato de Amonio	5209	2071	135
112	Solución UAN	5102	2178	75
112	NAmínico+Ca+B +N-HiB®	7280	3760	215

C.H. Pearson (1988)

Tabla 2

Rendimiento de Maíz vs Fuente de Nitrógeno (Una sola Aplicación)

Kg/ Ha	Fuente	Rendimiento Kg/Ha	Incremento	% Incremento
0	Control	3521	n.a.	n.a.
224	Urea	6483	4719	84
224	Nitrato de Amonio	8278	2824	135
224	Solución UAN	6170	4932	75
224	NAmínico +Ca+B+N-HiB®	11102	7581	215

C.H. Pearson (1988)

Tal como puede verse en los resultados presentados en las Tablas 1 y 2, la solución UAN tuvo un mejor comportamiento cuando se fraccionó en 3 aplicaciones; N-Amínico+Ca+B+N-HiB® casi duplicó los rendimientos comparado con las otras fuentes; 112kg de N como N-Amínico+Ca+B+N-HiB® produjeron casi la misma cantidad de maíz que 224kg de N como otras fuentes. El principal factor en esta diferencia es el mayor número de granos/mazorca; un pequeño incremento se debesumartambién al mayor peso de los granos cosechados.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Tabla 3

Efecto de la fuente de Nitrógeno y la dosis sobre el rendimiento

Kg/Ha	Fuente	Rendimiento Kg/Ha	Incremento	% Incremento
0	Control	3151	n.a.	n.a.
112	Urea	4161	2956	71
112	Nitrato de Amonio	4833	2284	47
112	Solución UAN	5843	1274	22
112	N-Amínico +Ca+B+N-HiB®	7117	3966	126
0	Control	2874	n.a.	n.a.
224	Urea	5749	1268	22
224	Nitrato de Amonio	6772	245	4
224	Solución UAN	6740	277	4
224	N-Amínico +Ca+B+N-HiB®	7017	4143	144

C.H. Pearson (1988)

En la Tabla 3 se puede observar como N-Amínico+Ca+B+N-HiB® produjo rendimientos considerablemente superiores a dosis de 112kg N/ha vs los otros 3 productos:

1255 kg/ha más que la Solución UAN

2071 kg/ha más que el Nitrato de Amonio

2950 kg/ha más que las soluciones de úrea

El hecho más importante es que 112 kg/ha de N-Amínico+Ca+B+N-HiB®produjeron rendimientos superiores a los obtenidos con 224 kg/ha de los otros productos.Nota: Para lograr el maximo beneficio de N-Amínico+Ca+B+N-HiB®, debe aplicarse antes de V4.

Tabla 4

Maíz de Ensilaje.

Parámetro	Control	N-Amínico +Ca+B+N-HiB® (187 l/Ha)	Variación %
Materia Seca %	26,17	31,24	19
Proteína Cruda %	9,58	18,15	89
FDA %	27,54	26,65	-0,9
FDN %	58,85	49,99	-8,9
Calcio %	0,23	0,24	4
Fósforo %	0,20	0,24	20
Magnesio %	0,13	0,15	15
Potasio %	1,6	1,89	18
Cu ppm	3,0	2,0	-33
Mn ppm	54,0	55,0	2
Zn ppm	35,0	55,0	57
Hierro ppm	94,0	138,0	47

Advanced Ag 1993

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la aplicación de N-Amínico+Ca+B+N-HiB® como fuente de Nitrógeno sobre los parámetros de calidad nutricional del maíz de ensilaje para alimentación de ganado lechero.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Tabla 5

Pastos Forrajeros.

Parámetro	Control	N-Amínico +Ca+B+N-HiB® (20 l/Ha)	Variación %
Kg de materia verde/m2	0,7	0,9	28
Materia Seca %	18,9	17,41	-4
Proteína Cruda %	10,0	14,1	41
FDA %	49,1	46,1	-6
FDN %	80,1	80,2	-
Calcio %	0,38	0,39	2
Fósforo %	0,42	0,47	12
Grasa %	1,28	1,34	5

Saenz M, 2016

En la Tabla 5 se puede observar que tanto los parámetros de calidad nutricional del forraje,como aquellos que determinan la digestibilidad y la energía que proporciona al animal, fueron mejorados notablemente mediante el uso de N-Amínico+Ca+B+N-HiB® como fuente de Nitrógeno

Tabla 6

Caña de Azucar

Fuente	Dosis	Rendimiento t/ha	t Caña/kg de N
Urea	161 kg N/Ha	153	0,95
N-Amínico +Ca+B+N-HiB®	69 kg N/Ha	149	2,16

Saenz M, 2016

Tabla 7

Caña de Azúcar

Fuente	Dosis	Rendimiento ton/ha	t Caña/kg de N
Urea	184 kg N/Ha	133,2	0,72
N-Amínico +Ca+B+N-HiB®	92 kg N/ha	137,1	1,49

Saenz M, 2016

Tabla 8

Caña de Azúcar

Fuente	Dosis	Rendimiento t/ha	t. Caña/kg de N
Urea	184 kg N/Ha	144,9	0,79
N-Amínico +Ca+B+N-HiB®	101,2 kg N/Ha	138,4	1,37
N-Amínico +Ca+B+N-HiB®	184 kg N/Ha	141,4	0,77

Saenz M, 2016

Las Tablas 6, 7 y 8 ilustran como en todos los ensayos realizados en caña de azúcar, la eficiencia de uso del Nitrógeno por parte de la planta,medida en términos de toneladas de caña x unidad de Nitrógeno aplicado, siempre fue superior para N-Amínico+Ca+B+N-HiB®, en porcentajes cercanos al 100% con respecto a la úrea.

3. CONCLUSIONES

El N-Amínico+Ca+B+N-HiB® es una familia de fertilizantes que contienen cloruro de calcio y urea,que reduce la velocidad de volatilización de nitrógeno y aumenta el crecimiento de la planta,comparado a las aplicaciones de otras fuentes de Nitrógeno incluyendo la urea sola.

La tecnología N-HiB® aumento el rendimiento de la producción y cosecha de cultivos de maíz.

La relación de eficiencia del uso del Nitrógeno proveniente de la tecnologíaN-HiB® +Calcio + Boro y Cloro es 100% mayor que la Urea en cultivos de Caña de azúcar.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Con el uso de N-Amínico+Ca+B+N-HiB® como fuente de Nitrógeno,los parámetros de calidad nutricional del forraje como la digestibilidad y la energía que proporciona al animal, fueron mejorados notablemente.

La inclusión de Ca+ y Cl- junto con Nitrógeno Amínico, puede inhibir el estrés ambiental y proporcionar el balance de carga necesaria para mantener el equilibrio del soluto que conduce a una mayor expansión de lascélulas y mejora calidad de los cultivos y los rendimientos.

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

4. BIBLIOGRAFÍA

Ascón-BietoJ, Talón M,2013.Fundamentos de Fisiología Vegetal, Absorción y Trasporte de Nutrientes Minerales, McGraw-Hill-Interamericana de España S.L. ISBN 978-84-841-9293-8 Barcelona MonoComp S.A. 669 pg. 138

Aristizábal G, F., & Cerón R, L. 2012. Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos.Revista Colombiana de Biotecnología, 14(1), 285-295. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/32889/38347

Barbieri P; Echeverria H; Sainz Rozas H y Maringolo, 2010. Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: pérdida por volatilización y eficiencia de uso de Nitrógeno. Cienc.suelo [online]. 2010, vol.28, n.1 [citado 2016-08-18], pp. 57-66 Disponible en:http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850206720100001000 07&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1850-2067.

Banuls et al,1991.Salinity-calcium interactions on growth and anionic concentration of citrus plants. Plant Soil, 133, 39-46

Banuls y Primo-Millo, 1992.Effects of Salt on vascular Plants. Plant Ecophysiology. By M. N. Prasad ISBN 0-471-13157-1 1996

Coraspe-Leon, Muraoka,Franzini, Contreaas, Ocheuze, 2009. Absorciónde formasde NitrógenoAmoniacal y Nítrico, por las plantas de papa en producción de tuberculo –semilla, Agronomía Tropical 59(1):45-58

Cosgrove, D.J. 2005. Growth of the plant cell wal. Nat. Rev. Mol. Cell. Biol. Nov; 6(11):850-61

Dechorgnat, Julie et al.2011. From the soil to the seeds: the long journey of nitrate in plants.Journal of Experimental Botany, Vol. 62, No. 4, pp. 1349-1359

FAO,IFA.2002.Los Fertilizantes y su Uso, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes,Cuarta Edición

Fallahi, E.; Conway, W.S.; Hickey, K.D.;Sams, C.E., 1997.The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. HortScience 32: 831-835

Feagley S.E.,Fenn L. B., 1999 El uso del Calcio Soluble para Estimular el Crecimiento Vegetal. Agrilife Extension Texas A&M System. L-5212S 7-99

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Felle H.H., Ruck, A., Peters, W.S. 1988. The role of cytosolic calcium, pH, and auxin-induced electrical responses for elongation growth in maize.Institut fur Botanik 1, Justus-Liebig-Universitat. Senckersbergstr.17-21, 6300 Giessen, Germany.

Fenn et al, 1981,. Ammonia loss and associated reactions of urea in calcareous soils.Soil Sci. Soc. Am. J. 45, 537-540. 1981

Fontanetto, H; S.Gambaudo; O.Keller(1); J. Albrecht; D.Giailevra; C. Negro; L. Belotti y H. Boschetto 2010 Efecto de un inhibidor de la ureasa sobre la fertilización nitrogenada en maíz de segunda.INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.Información Técnica Cultivos de Verano. Campaña 2010. Publicaciones Misceláneas N°18

Gardiazabal, 2007.Efecto de la Fertilización con Inhibidores de la Nitrificación(Entec R Solub 21)en Paltos (Persea americana Mill) CV. Hass. Actas VI Congreso Mundial de Aguacate) Viña del Mar Chile 12-16 Nov. ISBN978-956-17-0413-8. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/240622986_EFFECT_OF_FERTILIZATION_WITH_NITRIFICATION_INHIBITORS_ENTECR_SOLUB_21_IN_HASS_AVOCADO_TREES_Persea_americana_Mill

Harrison and Webb, 2001. Emissions from Aplication of Mineral Fertilizer.Air Quality, Health Effect and Management of Amonia Emision Fertilizers.Edited Eric Taylor,Ann McMillan. 12.2 pg. 263

Harrison R. y Webb J.2001.A review of the effect of N fertilizer type on gaseous emissions. Adv. in Agron. 73, 65–108.

Henríquez S, Jiménez F, Rodríguez J.,2011. Fertilizantes de Ultima Tecnología: Alternativa para la Mejor Nutrición y Producción de Cultivos en Colombia. Notas Técnicas, Revista Tecnicaña N°27 Septiembre 2011 pg. 22.

Hoffman, Perdomo, Bordoli, Pastorini, Pons y Borghi, 2001. Cereales y cultivos Industriales (EEMAC, Paysandú) y Fertilidad de Suelos (Montevideo)Facultad de Agronomía Universidad de la RepublicaUruguay,

Luc,Heffer,2007.Desarrollo Tecnológico en el Uso de Fertilizantes,Informaciones Agronómicas,Disponible:https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/CB2C5F97E35E3DFE05257348005C9D00/$file/Desarrollo+tecnologico+en+el+uso+de+fertilizantes.pdf

Marschner H. 1995.Mineral nutrition of higher plants.second edition. 889 pp.London: Academic Press,(paperback)

Melgar Ricardo,Torres Juan Jorge,...et al. 2014 Manual de Fertilizantes Fluidos;¿Cómo optimizar el uso de fertilizantes fluidos en Argentina y agrosistemas sudamericanos? Edición literaria a cargo de Ricardo Melgar y Martin, Juan Jorge Torres Duggat.1ª edición, Buenos Aires, el autor.184 pg. 22-24

Meelu et al.,1990.Green Manure and Cover Crop Legumes.Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems, editorial Giller, K.E., ISBN9781845933043},2001,CABI Pg. 18

Merigout,Patricia et al. 2008.Physiological and Transcriptomic Aspects of Urea uptake and assimilation in Arabidopsis plants.Plant Physiol.Jul;147 3): 1225-1238

Paredes B.D.2014. Fertilizantesde liberación controlada:Una alternativa en Cultivos de Ciclo Corto.Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador,Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito-Ecuador.http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2866/1/T-UCE-0004-7.pdf

Pearson, C. H., and G.D. Jolliff. 1986. Nitrogen fertilizer effects on growth, flowering,oil yield,and yield components in meadowfoam. Agron. J. 78:1030-1034.

Pearson,C. H., and G. D. Jolliff. 1986. Irrigation effects on agronomic characters of meadowfoam. Agron. J. 78:301-304.

Pearson, C.H. 1988.Fluid and dry nitrogen fertilizer effects on corn yield and nutrient accumulation in irrigated corn.Grant report to Stoller Chemical Co.,Inc.,and Biosoiltec Management, Inc. December 1988

Pearson, C. H., H. M. Golus,and D. L. Rogers. 1988.Weed control in an urban area. J. Agron. Educ. 17:105-108.

Pereyra Cardozo M. 2001. AsimilaciónDel Nitrógenoen Planta. Universidad de la Pampa, Argentina,http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Asimilacion%20del%20nitrogeno.pdf

Rengel,Zdenko.1992.Role of calcium in aluminium toxicity. New Phtytologist, Volume 121, Issue 4. August 1992, Pages 499-513

Saenz M,2016, La tecnologia N-HIB® Revista MetroFlor Edicion 74 Año 2016. Especializada en el sector Floricultor y Afines Ciencia Tecnica y Cultura. ISSN 17940400.Disponible en:https://issuu.com/revistametroflor/docs/rev_74_para_web

Salvagiotti F, Ferraciti F, Manlla A, 2012. Respuesta a la Fertilizacion y Eficiencia en el uso de Nitrógeno en Maiz de siembra Tardiaa sobre diferentes Antecsores utilizando Inhibidores de Ureasa.IAH 8 – Diciembre 2012 XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia y el

Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Suelo –XXIII Congreso Argentino de la ciencia y el Suelo 16-20 Abril Mar del Plata. Argentina. http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/56AA54BA6F6FCEC705257B5D006EA42E/$FILE/Art%201.pdf

Sainz H.,H.E. Echeverria, G.A. Studdert, y F. Andrade.1999.No-till maize nitrogen uptake and yield: Effect of urease inhibitor and application time. Agronomy Journal 91:950-955

Sloan J.J. & Anderson W.B. 1995. Calcium chloride and ammonium thiosulfate as ammonia volatilization inhibitors for urea fertilizers,Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26:15-16, 2425-2447, DOI:10.1080/0010362950936945: Disponible en :https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103629509369458

Snyder C. S. 2008.Las Mejores Prácticas de Manejo para Minimizar el Impacto Ambiental del uso del N: La Visión del IPNI, Informaciones Agronómicas, N° 71 PG. 1-6

Stoller. Crop Health Leader 2010. Guía Stoller de Sanidad Maximizando la expresión de las Plantas.http://stoller.es/documentos/Gu%C3%ADa_Stoller_para_aumentar_el_poder_de_la_planta.pdf

Subirós J. F.,Bertsch F, 1998. Utilización de Fertilizantes Nitrogenados en tres ciclos de Produccion comercial de CAÑA DE Azucaren Guanascate. Agronomía Costarricense 22(1) 89 –98.Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v22n01_089.pdf.

Watson, CJ; H Miller; P Poland; DJ Kilpatrick; MDB Allen; MK Garrett & CB Christianson. 1994. Soil properties and the abilibility of the urease inhibitor N-(n-Butyl) thiophosphoric triamide (nBPTP) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea.Soil. Biol. Biochem.9: 1165-1169

White,Philip;Broadley, Martin.2003. Calcium in Plants. Annals of Botany 92: 487-511, 2003. (Review Article)

Witte. C, 2011 Urea metabolism in plants. Plant Sci. 180 431-438

Notas de autor

omar-barrera@hotmail.com

AmeliCA

Disponible en:
https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/814/8145085008/8145085008.pdf

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Omar Francisco Barrera Cobos, Mauricio Sáenz Vélez
El aprovechamiento del nitrógeno por la planta con tecnología N-HIB®
The utilization of nitrogen plant with technology N-HIB®

Revista Ingenio
vol. 12, núm. 1, p. 70 - 84, 2016
Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia
revistaingenio@ufpso.edu.co

ISSN: 2011-642X
ISSN-E: 2389-864X

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

CC BY-NC 4.0 LEGAL CODE
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.